Os movimentos do Sol e os trabalhos na terra: Hesíodo e o nascimento da tradição astronômica grega

Anastasia Guidi Itokazu

UFABC - Brasil

anastasia.guidi@ufabc.edu.br

***Resumo**: A tradição astronômica grega pode ser caracterizada por dois traços fundamentais: a construção de um cosmos geométrico, expresso de maneira exemplar pelas esferas homocêntricas do De Caelo de Aristóteles, e o seu caráter preditivo, que implicou em uma busca pela precisão numérica que haveria de culminar com o Almagesto de Ptolomeu. São as raízes destas duas características gerais, que viriam a somar-se para produzir a visão geocêntrica do mundo, que iremos buscar na obra Os trabalhos e os dias de Hesíodo.*

***Palavras-chave**: Astronomia grega, Hesíodo, Ptolomeu.*

***Abstract**: It is possible to outline Greek astronomical tradition considering two of its basic features: the construction of a spherical cosmos, exemplarily expressed by Aristotle's homocentric spheres in De Caelo, and its predictive character, which implied in a quest for numerical accuracy that would be completely fulfilled by Ptolemy's Almagest. In the present paper we shall attempt to search in Hesiod's Works and days the germs of the two general features.*

***Keywords:** Greek astronomy, Hesiod, Ptolemy.*

INTRODUÇÃO

A astronomia grega atingiu o seu ápice com o *Almagesto* de Ptolomeu, texto que definiu o objeto e os métodos da astronomia por mais de mil anos. No *Almagesto*, Ptolomeu apresenta modelos matemáticos para o cálculo das posições dos astros contra o fundo constituído pelas estrelas fixas, além de métodos para a determinação dos parâmetros desses modelos a partir de observações. Ao longo do *Almagesto* são feitas menções a autores mais antigos, como Hiparco e Apolônio, mas é difícil determinar o escopo das obras destes autores uma vez que, eclipsadas pelo sucesso do *Almagesto*, elas deixaram de ser copiadas e simplesmente não chegaram até nos. Também é difícil saber quais as contribuições originais de Ptolomeu, e até que ponto os modelos do *Almagesto* baseiam-se em concepções mais antigas.

O texto grego mais antigo a lidar com questões relativas à astronomia que chegou até nos é o poema *Os trabalhos e os dias*, de Hesíodo. Não se trata propriamente de um texto astronômico, mas de um poema que remonta à tradição oral grega, onde são descritos alguns aspectos do movimento do Sol a partir de uma perspectiva prática, onde a passagem do ano é associada a uma sucessão de tarefas. Entretanto, é possível distinguir no texto de Hesíodo alguns traços característicos da astronomia grega, suficientes para inseri-lo, legitimamente, na tradição que levaria, muitos séculos mais tarde, ao *Almagesto*.

Duas características fundamentais distinguem a tradição astronômica grega: a geometrização do cosmos e o caráter preditivo das teorias. Ao contrario dos babilônios, cujos modelos matemáticos eram aritméticos e tinham apenas uma função preditiva[1], os gregos desenvolveram a visão geométrica de um cosmos esférico, que além de possibilitar o calculo das posições dos astros cumpria também uma função explicativa, na medida em que os mecanismos designados a reproduzir os movimentos dos corpos celestes visavam ao mesmo tempo expressar os movimentos reais e a configuração real desses corpos no céu. É certo que havia dificuldades envolvendo a interpretação realista dos modelos preditivos do *Almagesto*, como os comentadores árabes perceberam com clareza.[2] Isso acontecia porque os movimentos aparentes eram demasiado complicados para serem reproduzidos por modelos que seguissem à risca a ortodoxia aristotélica, que sustentava que todos os movimentos celestes deveriam se dar em torno do centro da Terra e com velocidade uniforme. No caso simples do movimento do Sol, por exemplo, a duração desigual das estações do ano exige um circulo excêntrico (ou um circulo concêntrico associado a um epiciclo), enquanto no caso mais complicado dos movimentos dos planetas faz-se necessária a introdução do circulo equante, mecanismo que implica em uma velocidade não uniforme, e que por este motivo seria duramente criticado por Copérnico. Todavia, apesar dessas dificuldades, é importante ressaltar que o traço fundamental da astronomia grega é justamente essa combinação de explicação causal com predição numérica.

É bem sabida a importância da Revolução Copernicana para a história da filosofia, com a sua ênfase na distinção entre as noções de *aparência* (os dois movimentos aparentes do Sol, diariamente de Leste para Oeste e ao longo do ano, sobre a eclíptica) e de uma *realidade subjacente* (os correspondentes movimentos da Terra) que seria a *causa* dessas aparências. No entanto, a noção de aparência já é importante na astronomia geocêntrica: o objetivo do *Almagesto* consiste justamente em obter as aparentes irregularidades observadas nos movimentos celestes a partir de combinações de movimentos circulares e uniformes, compatíveis com a real natureza dos astros compostos da quintessência eterna e incorruptível que preenche a região celeste.

1. A ASTRONOMIA NO POEMA *OS TRABALHOS E OS DIAS*

A astronomia nasceu como uma ciência voltada para a solução de questões praticas. Isso é atestado pelos monumentos megalíticos da pré historia, que indicavam solstícios, equinócios ou outras direções relevantes do movimento anual do Sol, cujo conhecimento é indispensável para a prática agrícola, sobretudo nas regiões mais frias, onde os invernos rigorosos inviabilizam a produção de alimentos caso não sejam respeitadas regras rígidas quanto aos períodos de preparação da terra, plantio e colheita. Também na navegação, o conhecimento da passagem das estações do ano

---

1 Cf. NEUGEBAUER, 1983a; EVANS, 1998.

2 Cf. DUHEM, 2003.

é indispensável na medida em que eventos sazonais, como brisas e tempestades, podem ser previstos. Por volta de 650 a. C., o poeta grego Hesíodo compôs *Os trabalhos e os dias*, onde são apresentados preceitos para uma vida virtuosa a ser alcançada através do trabalho, entre os quais figuram alguns conhecimentos astronômicos relativos à passagem do ano, que devem ser levados em conta na execução de tarefas na agricultura e na navegação

No poema, Hesíodo aconselha um certo Perses, provavelmente seu irmão[3], a preferir o trabalho às disputas e assembléias, uma vez que aquele que ainda não tem os meios de sua existência garantidos também não tem tempo a perder.

> Pois os deuses mantêm os meios de vida ocultos aos homens. De outro modo você poderia facilmente trabalhar apenas um dia e ter o bastante para o ano inteiro, mesmo que permanecesse ocioso.[4]

Teria havido, segundo o poema, um tempo em que os homens viviam como deuses, e os males ainda não haviam se espalhado pela terra. Porém, este tempo já estaria há muito perdido, e os homens, que já não têm livre acesso aos meios de sua existência, precisam trabalhar para viver, além de recorrer ao trabalho dos animais.

> A você, Perses, criança grande, direi meus mais nobres pensamentos: a Miséria está aí para ser facilmente colhida em abundância, pois o caminho é suave, e ela mora perto. Mas diante da Excelência os deuses imortais colocaram o suor.[5]

A condição humana é tal que a excelência (*aretes*) só pode ser alcançada mediante o suor e o trabalho, e por este motivo Hesíodo exorta Perses a dedicar-se com afinco às tarefas diárias, como única maneira possível de prosperar, quaisquer que sejam os caprichos que o destino lhe reserva. A astronomia entra no argumento do poema como um conhecimento sem o qual este trabalho não pode gerar os frutos desejados.

A astronomia encontrada em *Os trabalhos e os dias* consiste basicamente em algumas citações onde sinais astronômicos do movimento anual do Sol indicam as tarefas apropriadas a cada época do ano. Hesíodo já demonstra um conhecimento dos solstícios, as "viradas do Sol" (*tropas helioio*). Isso não é surpreendente, se for considerado que solstícios e equinócios já aparecem como direções relevantes nos monumentos megalíticos, pois se tratam de referências astronômicas fundamentais, que relacionam a duração dos dias com o curso anual do Sol. Enquanto os equinócios correspondem às duas ocasiões anuais em que o dia e a noite têm uma duração de vinte e quatro horas em qualquer lugar da Terra, os solstícios de verão e de inverno correspondem aos dias mais longos e mais curtos do ano, respectivamente. Na astronomia de Ptolomeu os solstícios são os pontos onde o círculo descrito pelo Sol atinge o máximo afastamento com relação ao equador celeste, enquanto os equinócios são os pontos onde o Sol cruza o equador. Desde a Antigüidade o uso dos solstícios e equinócios para marcar a passagem do ano inspirou a construção de instrumentos, como as esferas armilares, e até hoje estes pontos do movimento do Sol marcam as estações do ano. Uma das passagens onde Hesíodo refere-se a um solstício diz:

---

3 HESIODO, 2006, p. xii-xiii.
4 HESIODO; 2006, p. 89-90, (42-44).
5 HESIODO; 2006, p. 110-111, (286-290).

> Para os mortais, por cinqüenta dias após a virada do Sol [solstício], quando o verão, estação de trabalho, chega ao fim, o período é bom para a navegação (..) É então que as brisas podem ser facilmente distinguidas, e o mar é favorável. Nesta época confie tranqüilo seu barco aos ventos, leve-o até o mar e coloque nele toda a sua carga.[6]

O solstício é aqui identificado como o inicio de um período de cinqüenta dias propício à navegação, quando as brisas seriam adequadas a esta atividade. Há uma outra passagem no poema onde Hesíodo alerta que, se a terra somente for arada por ocasião do solstício de inverno, será tarde demais e a colheita não será satisfatória[7] Por outro lado, as eventuais menções a equinócios, se existem, não são explícitas. Ora, na região dos equinócios o Sol movimenta-se rapidamente, o que fez destes pontos, que podem ser determinados com precisão, importantes referências na astronomia de Ptolomeu.[8] Já os solstícios, os “pontos de virada” onde o Sol parece estar parado durante alguns dias, são mais difíceis de se identificar no céu. Isso parece indicar que, para os fins práticos visados por Hesíodo, os eventos mais marcantes (solstícios) eram considerados mais importantes e dignos de menção do que aqueles que podiam ser mais acuradamente medidos (os equinócios). É possível entrever aqui os limites da exigência por precisão observacional em Hesíodo: um erro de alguns dias na determinação da data do solstício não era relevante, pois não havia teorias preditivas sofisticadas que pudessem acusá-lo. Por outro lado, o prazo de cinqüenta dias após o solstício de inverno indicado na passagem mostra que o erro não poderia ultrapassar um limite superior da ordem de alguns dias.

2. AS ESTRELAS FIXAS E A ESFERA CELESTE

Em Hesíodo ainda não aparecem as esferas celestes características da astronomia grega, nem os círculos pelos quais os astros presos a essas esferas se moviam. Entretanto, há um traço fundamental da astronomia grega que já pode ser encontrado em *Os trabalhos e os dias*: o uso das estrelas fixas como “referencial” para a descrição dos movimentos dos astros. Nos monumentos megalíticos, a passagem do ano era observada a partir de referenciais locais, alinhamentos de pedra ou montanhas apontando para os solstícios, equinócios ou outras direções consideradas relevantes. O uso das estrelas fixas como referência tornou possível a aplicação dos conhecimentos astronômicos em outros locais além daqueles onde eles haviam sido obtidos, notoriamente em viagens.

Esse uso das estrelas fixas como referência pressupõe a separação dos movimentos dos astros em duas componentes: o movimento diário, executado em comum por todos os corpos celestes, inclusive pelas estrelas chamadas “fixas”, e o movimento próprio de cada astro errante: a Lua, o Sol, e os cinco planetas visíveis a olho nu. Essa distinção, entre o primeiro movimento, o movimento executado por toda a região celeste em 24 horas, e o segundo movimento, aquele que é distinto para cada astro e inexistente no caso das estrelas, continuaria em uso até o Século XVII, aparecendo por exemplo na *Astronomia nova* de Kepler.

Um exemplo do uso das estrelas fixas como referência na marcação do movimento do Sol aparece na seguinte passagem de *Os trabalhos e os dias*:

---

6 HESIODO, 2006, p. 140-141, (663-673).

7 Cf. HESIODO, 2006, p. 126-127, (479-484).

8 Cf. EVANS, 1998, p. 206-209.

> Quando Órion e Sirius chegam ao meio do céu, e os dedos róseos da aurora encontram Arcturos, então, Perses, colha todas as uvas e as leve para casa.[9]

A chegada da constelação de Órion e da estrela Sirius ao ponto mais próximo do equador celeste, quando aparecem altas no céu, indica a época da colheita das uvas para o preparo do vinho. Na tradição aristotélico-ptolomaica, as estrelas são chamadas fixas porque se movimentam como se fossem presas a uma única esfera, que gira em torno do centro do mundo a cada 24 horas, arrastando consigo os demais astros, inclusive o Sol, e produzindo assim os dias e as noites. A simples existência de constelações, como Órion, atesta que as posições relativas das estrelas não se alteram. Mas ainda que as estrelas não apresentem um movimento relativo (ao menos não que pudesse ser observado a olho nu, em algumas centenas de anos), a configuração do céu estrelado muda ao longo da ano, conforme o Sol descreve o seu curso no zodíaco, ofuscando diferentes regiões e fazendo com que diferentes grupos de estrelas tornem-se visíveis.

Um sinal adicional da época da colheita das uvas é o encontro da estrela Arcturos com os dedos róseos da aurora, ou, em termos menos poéticos, o seu aparecimento a Leste logo antes do amanhecer. O texto de Hesíodo representa uma tradição em que a passagem do ano já era marcada pela observação das posições relativas do Sol e das estrelas fixas. No entanto, Hesíodo ainda não ataca diretamente a questão do movimento do Sol, mas, ao invés disso, descreve o movimento aparente das estrelas relativamente ao nascente e ao poente, ao longo do ano. O objetivo da astronomia que encontramos em *Os trabalhos e os dias* consistia na marcação do tempo, com o estabelecimento de uma espécie de calendário voltado à execução de tarefas praticas.

A passagem acima citada tanto faz menção ao aparecimento de Órion e Sirius no meio do céu, na região próxima ao zênite, quanto ao aparecimento de Arcturos na direção do horizonte, a Leste. Fenômenos simultâneos, observados em diferentes regiões do céu, eram correlacionados, e podiam ser indistintamente utilizados na determinação da época da colheita. Ora, essa correlação somente era possível porque se sabia que as estrelas se movem em conjunto, completando todas, a cada 24 horas, uma rotação em volta da Terra. Esta é uma ideia profundamente relacionada com a concepção geométrica de um cosmos esférico, ainda que Hesíodo não tenha chegado propriamente a desenvolvê-la em seu poema.

Uma outra passagem do livro, que também procura relacionar o aparecimento de determinadas estrelas a tarefas agrícolas, permite uma melhor compreensão da maneira como as observações das estrelas podiam expressar a passagem do ano:

> Quando se levantam as Plêiades, nascidas de Atlas, comece a colheita, e o arado quando elas se põem. Elas permanecem escondidas durante quarenta dias e noites, mas quando o ano retorna no seu curso (*periploménou*) elas aparecem mais uma vez, quando são afiados os ferros.[10]

Os trabalhos de colheita e arado da terra devem ser efetuados em períodos específicos do ano, que podem ser identificados pelo aparecimento heliacal das Plêiades, isto é, seu aparecimento na direção do nascente ou do poente, a Leste ou a

9 HESIODO, 2006, p. 136-137, (609-611).
10 HESIODO, 2006, p. 118-119 (383-387).

Oeste logo antes do nascer ou imediatamente depois do pôr do Sol. O texto aqui ressalta o caráter cíclico da passagem do ano: durante quarenta dias, as Plêiades permanecem em conjunção com o Sol, invisíveis porque ofuscadas pela luz deste astro; em seguida, elas começam a aparecer a Leste logo antes do amanhecer; deslocando-se dia a dia para Oeste com relação ao Sol, chegam ao seu ponto de oposição a este astro, se pondo a Oeste logo antes do Sol nascer a Leste. O deslocamento prossegue na mesma direção, e ao final do ciclo as Plêiades estarão novamente escondidas, ofuscadas pela luz do Sol.

A passagem do ano era indicada pelo nascimento e ocaso de determinadas estrelas ou constelações nas direções do nascente e do poente. Cabe agora levantar uma ultima questão: como essa maneira de se marcar a passagem do ano poderia relacionar-se com a outra característica fundamental da astronomia grega mencionada no inicio desta exposição, a saber, a concepção geométrica de um mundo esférico. A passagem acima pode ajudar a iluminar este ponto. O verbo escolhido por Hesíodo para expressar a passagem do ano é *peripelomai*, que tem o sentido de “mover-se em torno de”, circundar, rodear, enrolar, envolver. Um verbo que transmite a ideia de circularidade. Evidentemente não é possível inferir daí a concepção geométrica de um cosmos esférico, mas a descrição da periodicidade da passagem do ano através de um verbo que expressa a noção de circularidade representa um passo importante nessa direção.

CONCLUSÃO

A leitura aqui proposta de alguns trechos do poema *Os trabalhos e os dias* de Hesíodo teve o objetivo de identificar o germe de alguns elementos importantes, que haveriam de caracterizar mais tarde a astronomia grega. As estrelas fixas já constituíam o pano de fundo com relação ao qual eram observados os movimentos dos astros errantes, os solstícios já eram mencionados como pontos particularmente relevantes no movimento anual do Sol, e a idéia de se associar a periodicidade do curso dos astros a um movimento circular começava a surgir.

Porém, o mais relevante é que, embora a cosmologia de Aristóteles seja alguns séculos mais antiga do que os modelos preditivos de Ptolomeu, seria apressado concluir que os gregos *primeiro* desenvolveram uma teoria essencialista dos céus, para somente depois dedicarem-se à elaboração de modelos matemáticos visando a predição das posições dos astros. A astronomia nasceu como uma ciência voltada para a solução de questões praticas, a saber, o estabelecimento de um calendário que orientasse as atividades humanas, especialmente a agricultura, mas também a navegação. Fazia parte dessa ciência, desde o seu nascimento, uma componente voltada à predição das posições dos astros, e esta predição deveria ser tão precisa quanto possível, ou não poderia atender aos seus propósitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HESIOD, *The work and days*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2006.
PTOLEMY, *Megalé Syntaxis*, Heiberg critical edition, In: http://www.wilbourhall.org/.
____________ *Almagest*, translated by G. J. Toomer, Princeton: University Press, 1998.

Pierre DUHEM, *Sauver les apparences*, Paris: Vrin, 2003.
James EVANS, *The history and practice of ancient astronomy*, Oxford: University Press, 1998.

Bernard GOLDSTEIN, “Saving the phenomena: the background to Ptolemy's planetary theory”, *Journal for the History of Astronomy*, xxviii, 1997, pp. 1-12.
Otto NEUGEBAUER, “The history of ancient astronomy: problems and methods”, In: *Astronomy and history selected essays*, New York: Springer-Verlag, 1983a, vol. I, pp. 33-50.
__________________ “Mathematical methods in ancient astronomy”, In: *Astronomy and history selected essays*, New York: Springer-Verlag, 1983b, vol. I, pp. 99 – 127.